

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. zales Aidanzelchen

PCT/DE 01/04591


Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5815367 A	29-09-1998	JP 9246098 A JP 10012491 A SG 72732 A1	19-09-1997 16-01-1998 23-05-2000
US 5880925 A	09-03-1999	AU 7387198 A CN 1261457 T EP 0995207 A1 JP 2002508114 T WO 9900807 A1 US 6243253 B1	19-01-1999 26-07-2000 26-04-2000 12-03-2002 07-01-1999 05-06-2001
EP 0936642 A	18-08-1999	EP 0936642 A2 JP 11288846 A US 6185091 B1	18-08-1999 19-10-1999 06-02-2001
US 5430605 A	04-07-1995	US 5227951 A WO 9403911 A1	13-07-1993 17-02-1994
US 5870273 A	09-02-1999	JP 10125557 A CN 1180908 A KR 263276 B1	15-05-1998 06-05-1998 01-08-2000
JP 11288846 A	19-10-1999	EP 0936642 A2 US 6185091 B1	18-08-1999 06-02-2001
JP 01107511 A	25-04-1989	JP 2643193 B2	20-08-1997
JP 04038810 A	10-02-1992	KEINE	
US 2001035810 A1	01-11-2001	AU 4770701 A WO 0175940 A2	15-10-2001 11-10-2001
DE 19931056 A	25-01-2001	DE 19931056 A1 WO 0103148 A2 EP 1200970 A2	25-01-2001 11-01-2001 02-05-2002

# **CERAMIC MULTI-LAYER ELEMENT AND A METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF**

Publication number:	WO/2001408 (A1)	Also published as:	
Publication date:	2002-11-14		
Inventor(s):	KIRSTEN LUTZ (AT) *	US200168041 (A1)	
Applicant(s):	EPGOS AG (DE) KIRSTEN LUTZ (AT) *	US7154796 (B2)	
Classification:		JP2004521510 (T)	
International:	H01G4/12, C03B29/00; H01C7/02; H01G4/006; H01G4/06; H01G4/36; H01G4/40; H01G13/00; H01G4/12; C03B29/00; H01C7/02; H01G1/00; H01G4/06; H01G4/36; H01G4/40; H01G13/00; (IPC1-7): H01G4/36; H01C7/02; H01G4/006	EP1360334 (A1)	
European:	H01C7/02; H01G4/006	CN1567641 (A)	
Application number:	WO2001DE01736 20010308	more >>	
Priority number(s):	WO2001DE01736 20010308	Cited documents:	
		DE19045011 (C1)	
		DE19822690 (A1)	
		US5304715 (A)	
		EP0794031 (A2)	

**Abstract of WO 02091408 (A1)**

The invention relates to a ceramic multi-layer component comprising a monolithic component body with alternating ceramic and electrode layers. The electrode layers are connected alternately to two collector electrodes attached laterally to the component. The material of the interior electrodes comprises tungsten and contains at least tungsten or a tungsten compound.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. November 2002 (14.11.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/091408 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation: H01G 4/30,  
4/008, H01C 7/02

(74) Anwalt: EPPING HERMANN & FISCHER GBR;  
Postfach 12 10 26, 80034 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01736

(81) Bestimmungsstaaten (national): AU, BR, CA, CN, CZ,  
HU, ID, IN, JP, KR, MX, NO, RU, UA, US.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
8. Mai 2001 (08.05.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): EPCOS AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81541  
München (DE).

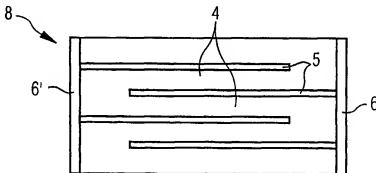
Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht

(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KIRSTEN, Lutz  
[AT/AT]; Stallhof 40, 8510 Stainz (AT).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: CERAMIC MULTI-LAYER ELEMENT AND A METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: KERAMISCHES VIELSCHICHTBAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG



(57) Abstract: The invention relates to a ceramic multi-layer component comprising a monolithic component body with alternating ceramic and electrode layers. The electrode layers are connected alternately to two collector electrodes attached laterally to the component. The material of the interior electrodes comprises tungsten and contains at least tungsten or a tungsten compound.

(57) Zusammenfassung:  
Es wird ein keramisches

Vielschichtbauelement mit einem monolithischen Bauelementkörper vorgeschlagen, welches im Bauelementkörper alternierend Keramik- und Elektrodschichten aufweist. Die Elektrodschichten sind alternierend mit zwei seitlich am Bauelement angebrachten Sammelelektroden verbunden, wobei das Material der innenliegenden Elektroden Wolfram umfaßt und daher zumindest Wolfram oder eine Wolframverbindung enthält.

WO 02/091408 A1

## Beschreibung

Keramisches Vielschichtbauelement und Verfahren zur Herstellung

5

Die Erfindung betrifft ein keramisches Vielschichtbauelement nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung des Bauelements.

- 10 Ein solches Bauelement ist beispielsweise aus der EP 0734031A2 bekannt. Es umfaßt einen monolithischen keramischen Bauelementkörper aus einer perovskitischen Keramik, die einen Mehrschichtaufbau aus alternierenden Keramik- und Elektroden-schichten aufweist. Die innenliegenden Elektroden auf  
15 der Basis von Nickel oder Nickellegierungen sind alternierend mit außen am Bauelementkörper angebrachten Sammelelektroden verbunden. Das Bauelement ist als Varistor ausgebildet. +

- Ein keramisches Vielschichtbauelement, welches als Kondensator einsetzbar ist, ist aus der US-3679950 bekannt. Auch dieses Bauelement weist alternierende Keramik- und Elektroden-schichten auf, wobei die Elektroden-schichten alternierend mit zwei seitlich am Bauelementkörper angebrachten Sammelelektroden kontaktiert sind. Die Elektroden-schichten werden bei der  
25 Herstellung des keramischen Bauelements zunächst als poröse keramische Zwischenschichten vorgefertigt und erst nachträglich mit leitfähigem Material imprägniert, beispielsweise mit Silber in einer Silbernitrat-schmelze oder in einer Schmelze einer BiPbSnCd-Legierung.

30

Mit Ausnahme des eben genannten aufwendigen Verfahrens sind bei der Herstellung keramischer Vielschichtbauelemente nur Keramik/Elektroden-Kombinationen geeignet, die die Sinterung zum dichten keramischen Bauelementkörper bei Temperaturen von  
35 üblicherweise 1200 - 1500°C überstehen.

Für keramische Kaltleiter, d.h. Bauelemente mit positivem Temperaturkoeffizient des Widerstands, sogenannte PTC-Elemente, sind keine üblicherweise verwendete temperaturstabile Elektroden aus Edelmetall geeignet. Diese können keinen ohmschen Kontakt zwischen der Keramik und den metallischen Elektroden aufbauen. Daher weisen PTC-Elemente mit (Innen-) Elektroden aus Edelmetall einen unzulässig hohen Widerstand auf. Die als Elektrodenmaterial geeigneten unedlen Metalle überstehen jedoch in der Regel nicht den Sinterprozeß, der für den Aufbau von Vielschichtbauelementen erforderlich ist.

Aus der DE 19719174 A1 ist ein keramischer Kaltleiter in Vielschichtbauweise bekannt, der Aluminium umfassende Elektrodenschichten aufweist. Diese bilden zur Keramik einen ohmschen Kontakt auf und lassen sich bei Temperaturen bis 1200° ohne Beschädigung sintern. Nachteilig an diesem Vielschichtkaltleiterbauelement ist jedoch, daß das Aluminium aus den Elektrodenschichten teilweise in die Keramik eindiffundiert und dabei die Bauelementeigenschaften mittel- oder langfristig beeinträchtigt oder das Bauelement gar unbrauchbar macht.

Aus der DE 196 22 690 A1 ist ein keramisches Vielschicht-Bauelement bekannt, umfassend einen zu einem monolithischen Bauelement-Körper verbundenen Stapel aus mehreren beidseitig mit Elektroden versehenen Keramikschichten, bei dem die Elektrodenschichten alternierend mit seitlich am Bauelement angebrachten Sammelelektroden kontaktiert sind, und wobei das Material der innenliegenden Elektroden Wolfram umfaßt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein keramisches Vielschichtbauelement mit PTC Keramik umfassenden keramischen Schichten anzugeben, welches gegenüber der Sinterung stabile Innelektroden aufweist und welches langzeitstabile Bauelementeigenschaften besitzt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein keramische Vielschicht-Bauelement der eingangs genannten Art gelöst, bei dem das Material zumindest der innenliegenden Elektroden Wolfram umfaßt und bei dem die keramischen Schichten eine PTC Keramik umfassen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sowie ein Verfahren zur Herstellung des Bauelements gehen aus weiteren Ansprüchen hervor.

10

Es hat sich gezeigt, daß aus Wolfram bestehende oder wolframhaltige Elektroden den für das keramische Bauelement erforderlichen Sinterprozeß unbeschadet überstehen und dabei einen guten ohmschen Kontakt zur PTC Keramik ausbilden. Daher können mit der Erfindung Bauelemente mit niedrigen Widerstand erhalten werden. Beim Sintern werden keine Diffusionsprozesse des Wolframs in die Keramik beobachtet, die die keramischen Bauelementeigenschaften beeinträchtigen könnten. Dies gilt auch bei keramischen Kaltleitern, die ebenfalls einen guten ohmschen Kontakt zu den Wolfram umfassenden Elektroden ausbilden, ohne daß dabei die kaltleitenden Eigenschaften verloren gehen. Gleichzeitig weist Wolfram eine mit Edelmetallen vergleichbare gute elektrische Leitfähigkeit auf, die für reines Wolfram etwa drei mal so hoch ist wie die von Silber, so daß Elektrodenschichten mit ausreichender elektrischer Tragfähigkeit bereits mit dünneren Wolframschichten erzielt werden können, als dies bislang mit den bekannten unedlen Elektrodenschichten möglich war. Außerdem stellt Wolfram ein kostengünstiges Elektrodenmaterial dar, das z.B. wesentlich kostengünstiger ist als Edelmetalle wie Palladium oder Platin, so daß erfindungsgemäße keramische Vielschichtbauelemente kostengünstiger herzustellen sind als solche mit edelmetallhaltigen Elektroden. Erfindungswesentlich ist aber nicht die elektrische Leitfähigkeit von Wolfram, sondern der Abbau der Sperrschicht zum Kaltleitermaterial, der allein

durch die Anwesenheit einer geeigneten Menge Wolfram erreicht wird, die den guten Ohmschen Kontakt herstellt.

Bei einem erfindungsgemäßen als PTC Element ausgebildeten und  
5 daher aus kaltleitender Keramik gefertigten Bauelement ergeben sich weitere bislang nicht zu verwirklichende Vorteile. Nachdem bislang keine stabilen keramischen Vielschicht-Kaltleiter bekannt waren, wird es nun möglich, Kaltleiter mit höheren Nennströmen und kleineren Bauelementwiderständen bei  
10 kleinerer Bauform herzustellen, als dies bei bekannten (einschichtigen) Kaltleiterbauelementen möglich war. Dies ist möglich, weil bei Vielschichtbauelementen die Elektrodenabstände beziehungsweise die Schichtdicken der Keramikschichten deutlich geringer sein können, als bei herkömmlichen Kaltleiterbauelementen ohne Innenelektroden. Mit der reduzierten  
15 Dicke der einzelnen Keramikschicht reduziert sich auch deren elektrischer Widerstand senkrecht zur Hauptfläche, also in Richtung der Schichtdicke, ohne daß dazu der spezifische Widerstand der Keramik herabgesetzt werden muß. Eine weitere  
20 Reduktion des Widerstands des gesamten Vielschichtbauelements ergibt sich durch die Parallelverschaltung der einzelnen PTC-Elemente, die im erfindungsgemäßen Bauelement übereinandergestapelt das Vielschichtbauelement ergeben. Damit wird auch eine hohe Stromtragfähigkeit des Bauelements gewährleistet.

25 Allgemein kann bei einem keramischen Vielschichtbauelement über die Variation der Parameter Schichtdicke und Grundfläche des Einzelements und Anzahl der übereinandergestapelten Einzelschichten im Vielschichtbauelement die Eigenschaften  
30 des Gesamtbauelements gezielt beeinflußt oder variiert werden. Ein Vielschichtbauelement kann daher bei gegebenen äußeren Abmessungen dennoch innerhalb weiter Grenzen in seinen Eigenschaften variiert werden, ohne daß dafür die Keramikzusammensetzung geändert werden muß. Bei einschichtigen keramischen Bauelementen lassen sich die Bauelementeigenschaften  
35 oft nur über Variation der Bauelementdimension oder Variation der für das Bauelement verwendeten Materialien einstellen.

Damit ist ein erfindungsgemäßes keramisches Vielschichtbauelement insbesondere zur Verwendung in der SMD-Montagetechnik geeignet, die eine kompakte maschinenverarbeitbare beziehungsweise maschinentaugliche Bauform voraussetzt. Diese läßt sich beim Vielschichtbauelement beliebig variieren, da die Bauelementeigenschaften unabhängig davon eingestellt werden können.

Im folgenden wird die Erfindung insbesondere das Verfahren zur Herstellung des Bauelements anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren dienen nur der Veranschaulichung der Erfindung und sind nur schematisch und nicht maßstabsgetreu.

Figur 1 zeigt eine mit einer Elektrodenschicht bedruckte keramische Grünfolie in perspektivischer Darstellung

Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Vielschichtbauelement im schematischen Querschnitt

Figur 3 zeigt eine in mehrere Bauelemente aufteilbare keramische Grünfolie mit aktiven und passiven Bereichen in der Draufsicht

Figur 4 zeigt einen Schichtenstapel keramischer Grünfolie im Querschnitt.

Zur Herstellung keramischer Grünfolien wird das keramische Ausgangsmaterial fein vermahlen und homogen mit einem Bindematerial vermischt. Die Folie wird anschließend durch Folienziehen oder Foliengießen in einer gewünschten Dicke hergestellt.

Figur 1 zeigt eine solche Grünfolie 1 in perspektivischer Darstellung. Auf eine Oberfläche der Grünfolie 1 wird nun in dem für die Elektrode vorgesehenem Bereich eine Elektrodenpa-



ste 2 aufgebracht. Dazu eignen sich eine Reihe von insbesondere Dichtsichtverfahren, vorzugsweise Aufdrucken, beispielsweise mittels Siebdruck. Zumindest im Bereich einer Kante der Grünfolie 1, wie beispielsweise in Figur 1 dargestellt, oder nur im Bereich einer Ecke der Grünfolie verbleibt ein nicht von Elektrodenpaste bedeckter und hier als passiver Bereich 3 bezeichneter Oberflächenbereich. Möglich ist es auch, die Elektrode nicht als flächige Schicht aufzubringen, sondern strukturiert, gegebenenfalls als durchbrochenes Muster.

Die Elektrodenpaste 2 besteht aus metallischen, metallisches Wolfram oder eine Wolframverbindung umfassenden Partikeln zur Herstellung der gewünschten Leitfähigkeit, ggf. sinterfähigen keramischen Partikeln zur Anpassung der Schwundeigenschaften der Elektrodenpaste an die der Keramik und einem ausbrennbaren organischen Binder, um eine Formbarkeit der keramischen Masse bzw. einen Zusammenhalt der Grünkörper zu gewährleisten. Dabei können Partikel aus reinem Wolfram, Partikel aus Wolframlegierung, Wolframverbindung oder gemischte Partikel aus Wolfram und anderen Metallen verwendet werden. Bei keramischen Vielschichtbauelementen, die einer nur geringen mechanischen Belastung ausgesetzt sind, ist es auch möglich, in der Elektrodenpaste auf die keramischen Anteile ganz zu verzichten. Der Wolframanteil kann in weiten Bereichen variieren, wobei ggf. die Sinterbedingungen auf die Elektrodenpastenzusammensetzung anzupassen sind. Der Abbau der Sperrschicht bei Kaltleitermaterial wird regelmäßig mit Wolframanteilen von 3 und mehr Gewichtsprozent (bezogen auf die metallischen Partikel) erreicht.

Anschließend werden die bedruckten Grünfolien 9 in einer gewünschten Anzahl so zu einem Folienstapel übereinandergeschichtet, daß (grüne) Keramikschichten 1 und Elektroden-  
schichten 2 alternierend übereinander angeordnet sind.

Bei der späteren Kontaktierung werden die Elektroden-schichten außerdem alternierend auf unterschiedlichen Seiten des Bauelements mit Sammelelektroden verbunden, um die Eizelektroden parallel zu verschalten. Dazu ist es vorteilhaft, erste und zweite Grünfolien 9 mit unterschiedlicher Orientierung der aufgedruckten Elektroden-schichten 2 so zu stapeln, daß deren passive Bereiche 3 alternierend nach unterschiedlichen Seiten weisen. Vorzugsweise wird dazu eine einheitliche Elektroden-geometrie gewählt, wobei erste und zweite Grünfolie 9 sich dadurch unterscheiden, daß sie im Folienstapel gegeneinander um  $180^\circ$  gedreht sind. Möglich ist es jedoch auch, für das Bauelement einen Grundriß mit höherer Symmetrie auszuwählen, so daß zur Herstellung einer alternierenden Kontaktierung ein Verdrehen um andere Winkel als  $180^\circ$  möglich ist, beispielsweise um  $90^\circ$  bei Vorsehen eines quadratischen Grundrisses. Möglich ist es jedoch auch, bei jeder zweiten Grünfolie 9 das Elektrodenmuster um einen bestimmten Betrag gegen das der ersten Grünfolien so zu versetzen, daß jeder passive Bereich 3 in der jeweils benachbarten Grünfolie über einem mit Elektrodenpaste bedruckten Bereich angeordnet ist.

Anschließend wird der auf Grund des Binders noch formelastische Folienstapel durch Pressen und gegebenenfalls Zuschneiden in die gewünschte äußere Form gebracht. Dann wird die Keramik gesintert, was einen mehrstufigen Prozeß in zumindest anfänglich wenig Sauerstoff enthaltenden Atmosphäre umfassen kann. Die endgültige Sinterung, bei der die Keramik bis zu vollständigen bzw. bis zur gewünschten Verdichtung zusammensintert, liegt in der Regel zwischen  $1100$  und  $1500^\circ\text{C}$ . Wird für diesen Hochtemperatursinterschritt eine sauerstoffhaltige Atmosphäre (z.B. mit einem Sauerstoffpartialdruck von zumindest  $1$  Hektopascal) gewählt, so wird eine maximale Sinter-temperatur von  $1200^\circ\text{C}$  eingehalten. Oberhalb dieser Temperatur besteht die Gefahr, daß das in den Elektroden enthaltene Wolfram oxidiert und somit die elektrische Leitfähigkeit reduziert wird. Bei einer ebenfalls möglichen Sinterung unter Inertgas (z.B. mit einem Sauerstoffpartialdruck von höchstens

1 Pasqual) muß diese obere Temperaturgrenze nicht eingehalten werden, so daß die Sinterung bei den z.B. für Bariumtitanat üblichen 1300°C durchgeführt werden kann. Eine Reduzierung der erforderlichen Sintertemperatur kann aber auch durch Auswahl geeigneter Zuschläge zur Keramik erzielt werden.

Nach der Sinterung entsteht aus den einzelnen Grünfolien-schichten ein monolithischer keramischer Bauelementkörper 8, der einen festen Verbund der einzelnen Keramiksichten 4 aufweist. Dieser feste Verbund ist auch an den Verbindungsstellen Keramik/Elektrode/Keramik gegeben. Figur 2 zeigt ein fertiges erfindungsgemäßes Vielschichtbauelement 8 im schematischen Querschnitt. Im Bauelementkörper sind alternierend Keramiksichten 4 und Elektrodenschichten 5 übereinander angeordnet. An zwei einander gegenüberliegenden Seiten des Bauelementkörpers werden nun Sammelelektroden 6, 6' erzeugt, die jeweils mit jeder zweiten Elektrodenschicht 5 in elektrischem Kontakt stehen. Dazu kann beispielsweise zunächst eine Metallisierung, üblicherweise aus Silber auf der Keramik erzeugt werden, beispielsweise durch stromlose Abscheidung. Diese kann anschließend galvanisch verstärkt werden, z.B. durch Aufbringen einer Schichtfolge Ag/Ni/Sn. Dadurch wird die Löt-fähigkeit auf Platinen verbessert. Es sind jedoch auch andere Möglichkeiten der Metallisierung beziehungsweise der Erzeugung der Sammelelektroden 6, 6' geeignet.

Das in der Figur 2 dargestellte Bauelement 8 weist auf beiden Hauptoberflächen Keramiksichten als Abschlußschichten auf. Dazu kann zum Beispiel als oberste Schicht eine unbedruckte Grünfolie 1 vor dem Sintern in den Folienstapel eingebaut werden, so daß der Stapel nicht mit einer Elektrodenschicht 2 abschließt. Für mechanisch besonders beanspruchte keramische Bauelemente ist es auch möglich, die oberste und die unterste keramische Schicht im Stapel dicker zu gestalten als die übrigen Keramiksichten 4 im Stapel. Dazu können beim Aufstapeln des Folienstapels als unterste und oberste Schichten mehrere unbedruckte Grünfolien 1 ohne Elektrodenschicht ein-

gebaut und zusammen mit dem restlichen Grünfolienstapel verpreßt und gesintert werden.

Figur 3 zeigt eine mit einem Elektrodenmuster 2 bedruckte Grünfolie, die ein Aufteilen in mehrere Bauelemente mit jeweils kleinerer Grundfläche ermöglicht. Die nicht mit Elektrodenpaste bedruckten passiven Bereiche 3 werden so angeordnet, daß sich durch abwechselndes Stapeln von ersten und zweiten Grünfolien der zur Kontaktierung geeignete alternierende Versatz der Elektroden im Stapel einstellen läßt. Dies kann erreicht werden, wenn die ersten und zweiten Grünfolien jeweils gegeneinander um z.B. 180° verdreht sind, oder wenn allgemein erste und zweite Grünfolien ein gegeneinander versetzt Elektrodenmuster aufweisen. Die Schnittlinien 7, entlang der sich die Grünfolie beziehungsweise der daraus hergestellte Schichtenstapel in einzelne Bauelemente vereinzeln läßt, sind mit gestrichelten Linien gekennzeichnet. Möglich sind jedoch auch Elektrodenmuster, bei denen die Schnittführungen zum Vereinzeln so gelegt werden können, daß keine Elektrodenschicht durchtrennt werden muß. Jede zweite Elektrodenschicht ist dann aber vom Stapelrand her kontaktierbar. Gegebenenfalls werden dazu die Stapel nach dem Vereinzeln und Sintern vor dem Aufbringen der Sammelelektroden 6, 6' noch abgeschliffen, um die zu kontaktierenden Elektrodenschichten freizulegen.

Figur 4 zeigt einen so hergestellten Schichtenstapel im schematischen Querschnitt. Man erkennt, daß bei der Vereinzelnung des Schichtenstapels entlang der Schnittlinien 7 Bauelemente entstehen, die jeder für sich den gewünschten Versatz der Elektroden 4 aufweisen. Die Zerteilung eines solchen mehrere Bauelementgrundrisse umfassenden Folienstapels in einzelne Folienstapel der gewünschten Bauelementgrundfläche erfolgt vorzugsweise nach dem Verpressen der Folienstapel, beispielsweise durch Schneiden oder Stanzen. Anschließend werden die Folienstapel gesintert. Möglich ist es jedoch auch, den mehrere Grundrisse von Bauelementen umfassenden Folienstapel zu-

nächst zu sintern und die Einzelbauelemente erst anschließend durch Sägen der fertig gesinterten Keramik zu vereinzeln. Abschließend werden wiederum Sammelelektroden 6 aufgebracht.

- 5 Ein erfindungsgemäßes Vielschichtbauelement, welches als Kaltleiter (PTC-Element) eingesetzt werden kann, besteht aus einer Bariumtitanatkeramik der allgemeinen Zusammensetzung  $(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Pb})\text{TiO}_3$ , die mit Donatoren und/oder Akzeptoren, beispielsweise mit Mangan und Yttrium dotiert ist.

- 10 Das Bauelement kann beispielsweise 5 bis 20 Keramiksichten samt der dazugehörigen Elektrodenschichten, zumindest aber zwei innenliegende Elektrodenschichten umfassen. Die Keramikschichten weisen üblicherweise jeweils eine Dicke von 30 bis  
15 200  $\mu\text{m}$  auf. Sie können jedoch auch größere oder kleinere Schichtdicken besitzen.

- Die äußere Dimension eines Kaltleiterbauelements in erfindungs-  
rischer Vielschichtbauweise kann variieren, liegt jedoch für  
20 mit SMD verarbeitbare Bauelemente üblicherweise im Bereich weniger Millimeter. Eine geeignete Größe ist beispielsweise die von Kondensatoren bekannte Bauform 2220. Das Kaltleiterbauelement kann jedoch auch noch kleiner sein.

- 25 Das bis auf die Wahl des Elektrodenmaterials bekannte Herstellungsverfahren von keramischen Vielschichtbauelementen konnte anhand des Ausführungsbeispiels nur exemplarisch dargestellt werden. Die Erfindung ist daher nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt und läßt sich noch durch Variation der mei-  
30 sten Parameter in gewünschter Weise abwandeln.

- Besondere Vorteile hat die Erfindung für die genannten Kalt-  
leiter-Bauelemente, die mit der Erfindung erstmals als stabile Vielschichtbauelemente mit kleiner Bauform und niedrigem  
35 Widerstand erhalten werden können. Möglich ist es jedoch auch, mit der Erfindung andere keramische Vielschichtbauele-

mente herzustellen, beispielsweise Kondensatoren, Heißeleiter  
oder Varistoren.

## Patentansprüche

1. Keramisches Vielschicht-Bauelement  
umfassend einen zu einem monolithischen Bauelement-Körper  
5 (8) verbundenen Stapel aus mehreren beidseitig mit Elektroden (5) versehenen Keramiksichten (4),  
bei dem die Elektrodenschichten alternierend mit seitlich  
am Bauelement angebrachten Sammelelektroden (6,6') kontaktiert sind,  
10 **dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Keramiksichten PTC Keramik umfassen, und  
daß das Material zumindest der innenliegenden Elektroden (5) Wolfram umfasst.
- 15 2. Bauelement nach einem der Ansprüche 1,  
umfassend mindestens zwei innenliegende Elektrodenschichten (5).
3. Verfahren zur Herstellung eines keramischen Vielschicht-Bauelements (8) nach Anspruch 1 mit den Schritten:  
20 Herstellen keramischer Grünfolien (9) aus PTC Keramik,  
Aufbringen einer sinterfähigen Wolfram haltigen Elektroden-Paste auf für Elektroden vorgesehene Bereiche (2) der Grünfolien (9)  
25 alternierendes Stapeln von mit Elektroden-Paste (2) versehenen ersten und zweiten Grünfolien in gewünschter Anzahl zu einem Folienstapel  
Zusammenpressen der Folienstapel  
Sintern der Folienstapel zu einem monolithischen Bauelement-Körper (8).  
30
4. Verfahren nach Anspruch 3,  
bei dem das Sintern in Sauerstoff haltiger Atmosphäre bei  
Temperaturen kleiner 1200°C durchgeführt wird.
- 35 5. Verfahren nach Anspruch 3,  
bei dem das Sintern unter Inertgas-Atmosphäre bei Tempe-

raturen größer 1200°C durchgeführt wird und bei dem anschließend in Sauerstoff haltiger Atmosphäre aber niedrigerer Temperatur nachgetempert wird.

- 5    6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-5,  
bei dem der Folienstapel vor dem Sintern in kleinere Stapel der gewünschten Größe und Form zerteilt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-6,  
10    bei dem die Elektroden-Paste (2) durch Aufdrucken in aktiven Bereichen aufgebracht wird, wobei zumindest ein passiver unbedruckter Bereich (3) ausgespart wird, und bei dem beim Stapeln der bedruckten Grünfolien (9) der passive Bereich jeder zweiten Grünfolien über einem bedruckten Bereich der ersten Grünfolien angeordnet wird.  
15
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-7,  
bei dem die passiven unbedruckten Bereiche (3) an einer Ecke oder Kante der Grünfolien (9) angeordnet sind und  
20    bei dem nach dem Sintern zwei Sammelelektroden (6) seitlich am Bauelement Körper (8) im Bereich dieser passiven Bereiche (3) aufgebracht werden, so daß jeweils die Elektroden (5) aller ersten oder aller zweiten Keramiksichten von einer Sammelelektrode (6) kontaktiert werden.  
25
9. Verwendung eines keramischen Bauelements nach einem der vorangehenden Ansprüche als SMD fähiges PTC Widerstandselement.



1/2

FIG 1

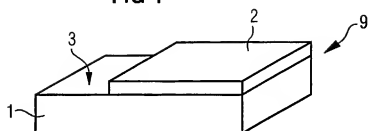


FIG 2

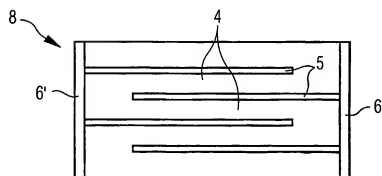


FIG 3

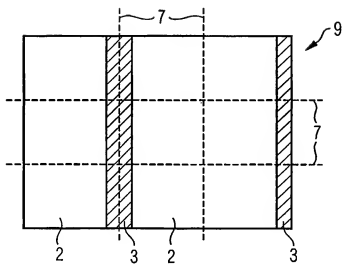
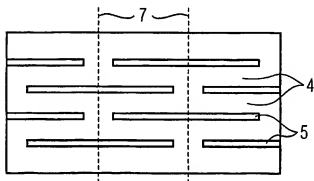


FIG 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 01/01736

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01G4/30 H01G4/008 H01C7/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01G H01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 199 45 011 C (EPCOS AG) 3 May 2001 (2001-05-03) the whole document	1-9
Y	DE 196 22 690 A (MURATA MANUFACTURING CO) 12 December 1996 (1996-12-12) cited in the application the whole document	1-9
A	US 5 004 715 A (HAKOTANI YASUHIKO ET AL) 2 April 1991 (1991-04-02) the whole document	1,3
A	EP 0 734 031 A (TDK CORP) 25 September 1996 (1996-09-25) cited in the application the whole document	1,3

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 January 2002

Date of mailing of the international search report

18/01/2002

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5618 Patentkan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 ext. nl,  
Fax. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kirkwood, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter al Application No

PCT/DE 01/01736

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19945011	C	03-05-2001	DE 19945011 C1	03-05-2001
DE 19622690	A	12-12-1996	CN 1148724 A	30-04-1997
			DE 19622690 A1	12-12-1996
			GB 2303488 A , B	19-02-1997
			JP 3233020 B2	26-11-2001
			JP 9055332 A	25-02-1997
			KR 203928 B1	15-06-1999
			SG 65607 A1	22-06-1999
			US 5879812 A	09-03-1999
US 5004715	A	02-04-1991	JP 2225363 A	07-09-1990
			JP 2615977 B2	04-06-1997
EP 0734031	A	25-09-1996	EP 0734031 A2	25-09-1996
			JP 8330107 A	13-12-1996
			US 6160472 A	12-12-2000

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inb. des Aktenzeichens  
PCT/DE 01/01736

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01G4/30 H01G4/008 H01C7/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstufe (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01G H01C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstufe gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 199 45 011 C (EPCOS AG) 3. Mai 2001 (2001-05-03) das ganze Dokument	1-9
Y	DE 196 22 690 A (MURATA MANUFACTURING CO) 12. Dezember 1996 (1996-12-12) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-9
A	US 5 004 715 A (HAKOTANI YASUHIKO ET AL) 2. April 1991 (1991-04-02) das ganze Dokument	1, 3
A	EP 0 734 031 A (TDK CORP) 25. September 1996 (1996-09-25) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1, 3

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den eigentlichen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung betragt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"p" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"t" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"x" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nachteilig ist

"z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Januar 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/01/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 apo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bediensteter

Kirkwood, J

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

 Inter:      es Aktenzeichen  
 PCT/DE 01/01736

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19945011	C	03-05-2001	DE	19945011 C1		03-05-2001
DE 19622690	A	12-12-1996	CN	1148724 A		30-04-1997
			DE	19622690 A1		12-12-1996
			GB	2303488 A ,B		19-02-1997
			JP	3233020 B2		26-11-2001
			JP	9055332 A		25-02-1997
			KR	203928 B1		15-06-1999
			SG	65607 A1		22-06-1999
			US	5879812 A		09-03-1999
US 5004715	A	02-04-1991	JP	2225363 A		07-09-1990
			JP	2615977 B2		04-06-1997
EP 0734031	A	25-09-1996	EP	0734031 A2		25-09-1996
			JP	8330107 A		13-12-1996
			US	6160472 A		12-12-2000